Auktionen und Ausschreibungen
Bedeutung und Grenzen des „linkage"–Prinzips

Elmar Wolfstetter*

Dieser Beitrag informiert über die Bedeutung von Auktionen im Wirtschaftsleben, über Vor– und Nachteile gängiger Auktionsregeln sowie über grundlegende Konzepte und Ergebnisse der Theorie nichtkooperativer Auktionsspiele. Besonderes Gewicht hat die anschauliche Darstellung und kritische Würdigung des Modells affiliierter Wertschätzungen und des „linkage"–Prinzips, das eine wichtige Leitlinien für die Gestaltung von Auktionen begründet.

1 Einleitung

Auktionen sind Mechanismen, die den Preis und die Allokation von Gütern aus dem Vergleich konkurrierender Gebote bestimmen. Ihr herausragendes Merkmal ist die Bindung an exakte Regeln, die festlegen, wer bieten kann, welche Gebote zulässig sind, welches Gebot den Zuschlag erhält und welche Preise zu zahlen sind. Darin unterscheiden sie sich von informellen Verhandlungen, die nach keinen vorgegebenen Regeln ablaufen.

Auktionen sind weit verbreitet. Jede Woche versteigert das Finanzministerium Bundesschatzbriefe zur Deckung des Haushaltsdefizits; private und öffentliche Unternehmen vergeben Ausschreibungen zur Beschaffung von Vorprodukten und Dienstleistungen; Regierungen versteigern Bohr– und Schürfrechte, Lizenzen für Spielbanken und Funkfrequenzen; und private Unternehmen Güter wie Tabak, Diamanten, „last minute"–Flüge, Frischblumen und Immobilien. Die Liste der Beispiele ließe sich beliebig fortsetzen.

Die Popularität von Auktionen hat in den letzten Jahren zugenommen. Dies liegt u.a. daran, daß Unternehmen die Herstellung von Vorprodukten vermehrt auslagern (Stichwort „outsourcing") und durch Ausschreibungen beschaffen. Ferner hat der Gesetzgeber erkannt, daß die

*Diese Arbeit wurde von der *Deutschen Forschungsgemeinschaft,* SFB 373 („Quantifikation und Simulation Ökonomischer Prozesse"), Humboldt–Universität zu Berlin, und vom *Center for Rationality* an der Hebräischen Universität in Jerusalem unterstützt. Für Hinweise und Diskussionen danke ich Brigitte Adolph, Dieter Nautz, Regine Hallmann, Steffen Huck, Thomas Jeitschko, Michael Landsberger, Motty Perry und Shmuel Zamir.

Versteigerung von Nutzungsrechten und Lizenzen eine vorteilhafte Alternative zur Finanzierung öffentlicher Ausgaben durch allokationsverzerrende Steuern darstellt.

Der früheste Hinweis auf Auktionen findet sich bei Herodot in seiner Schilderung der Versteigerung von Frauen an heiratswillige Männer in Babylon. Herodot berichtet, daß auch negative Preise erzielt wurden (siehe Shubik (1983)). Eine weitere bemerkenswerte Auktion fand im Jahr 193 a. D. statt. Nachdem die römische Palastwache den Kaiser ermordet hatte, versteigerte sie das römische Reich höchstbietend. Zum Entsetzen der Römer kam so Didius Julianus zum höchsten Staatsamt. Dieser Gewinn brachte ihm jedoch wenig Glück. Bereits zwei Monate später wurde er von aufgebrachten Soldaten ermordet und durch Septimius Severus ersetzt.

2 Die vier wichtigsten Auktionsregeln

Man unterscheidet Auktionen mit *offenen* und *verdeckten* Geboten. Offen heißt, daß eingegangene Gebote fortlaufend bekanntgegeben werden, so daß jeder Bieter sofort auf rivalisierende Gebote (bzw. das Fehlen von Geboten) reagieren kann. Verdeckt bedeutet, daß jeder Bieter einmalig ein Gebot abgibt, ohne andere Gebote zu kennen.

Die bekanntesten Auktionen mit offenen Geboten sind die *Englische* und die *Holländische* Auktion. Bei der Englischen Auktion holt der Auktionator Gebote und Gegengebote ein, bis nicht mehr überboten wird. Dagegen beginnt die Holländische Auktion mit einer hohen Preisforderung, die der Auktionator fortlaufend reduziert, bis sie akzeptiert wird.

AUKTIONEN MIT	
OFFENEN GEBOTEN	VERDECKTEN GEBOTEN
Englische Auktion (zunehmender Preis)	Vickrey–Auktion
Holländische Auktion (fallender Preis)	Höchstpreis–Auktion

Tabelle 1: Die vier wichtigsten Auktionsregeln

Die beiden wichtigsten Auktionen mit verdeckten Geboten sind die *Höchstpreis*– und die *Vickrey*–Auktion. In beiden Auktionen holt der Auktionator schriftliche Gebote ein und erteilt dem höchsten Bieter den Zuschlag. Der einzige Unterschied besteht in der Zahlungsregel. Bei der Höchstpreis–Auktion zahlt der Gewinner sein eigenes, also das höchste, Gebot. Dagegen zahlt der Gewinner der Vickrey–Auktion „nur“ das zweithöchste, also das höchste verdrängte, Gebot.

Englische Auktionen kennt man aus der Versteigerung von Kunstgegenständen, „last minute"–Flügen und aus Konkursverfahren. Die Holländische Auktion wird z. B. bei der Versteigerung von Frischblumen in Holland angewandt. Die Abwärtsbewegung der Preisforderung wird dort auf einer „Holländischen Uhr" angezeigt.

Höchstpreis–Auktionen sind vor allem bei der Beschaffung von Vorprodukten und Leistungen verbreitet. Selbstverständlich entscheidet bei der Beschaffung das niedrigste an Stelle des höchsten Angebots.

Reine Vickrey–Auktionen werden selten beobachtet; sie sind jedoch für die Analyse und den Vergleich von Auktionen von großer Bedeutung. Erfahrungsgemäß ist es schwierig, einen Laien von den Vorzügen einer Vickrey–Auktion zu überzeugen (das Prinzip hat jedoch schon Goethe verstanden, siehe Tietzel (1992)). Eine häufige Reaktion lautet: *Warum Geld verschenken und „nur" das zweithöchste Gebot kassieren?* Dabei wird übersehen, daß sich mit der Auktionsregel auch das Verhalten der Bieter ändert.

Mischformen aus Englischer und Vickrey–Auktion sind jedoch weit verbreitet. Bei Englischen Auktionen sind meist auch schriftliche Gebote zulässig. Die Zahlungsregel für schriftliche Gebote ist genau die der Vickrey–Auktion.

3 Präferenz- vs. Qualitätsunsicherheit

In der Theorie der Auktionen gibt es zwei Grundmodelle:

1. das Modell *unabhängiger, privater* Wertschätzungen und
2. das Modell einer *übereinstimmenden* Wertschätzung.

Das erste Modell geht davon aus, daß jeder Bieter seine eigene Wertschätzung besitzt, die kein anderer kennt und die von den Wertschätzungen anderer unabhängig ist. Dagegen unterstellt das zweite Modell, daß der Verkaufsgegenstand für alle Bieter gleichviel wert ist, jedoch keiner diesen Wert genau kennt. Myerson (1981) interpretiert private Wertschätzungen als *Präferenzunsicherheit* und eine übereinstimmende Wertschätzung als *Qualitätsunsicherheit.*

Beispiele für eine übereinstimmende Wertschätzung sind Bohr– und Schürfrechte. Zum Zeitpunkt der Versteigerung weiß keiner genau, wieviele Bodenschätze zu finden sind. Die endgültige Ausbeute ist jedoch unabhängig davon, wer die Auktion gewinnt.

Ein Beispiel für private Wertschätzungen sind nicht–dauerhafte Konsumgüter, die ausschließlich zum Konsum und nicht zum Weiterverkauf bestimmt sind.

In der Literatur wurden die beiden Grundmodelle am ausführlichsten analysiert. In den folgenden Abschnitten 4 und 5 werden die wesentliche Ergebnisse dieser Literatur kurz zusammengefaßt. Die Verallgemeinerung auf Mischformen aus privater und gemeinsamer Wertschätzung wird in den Abschnitten 5 und 6 diskutiert.

4 Unabhängige, private Wertschätzungen

Man betrachte die Versteigerung eines unteilbaren Gegenstandes an $n \geq 2$ Bieter. Jeder Bieter hat eine private Wertschätzung, die weder dem Verkäufer noch anderen Bietern bekannt ist. Alle Bieter und der Verkäufer sind risikoneutral.

Aus der Sicht anderer Bieter und des Verkäufers sind die Wertschätzungen Zufallsvariablen. Im einfachsten, hier betrachteten Fall sind diese Zufallsvariablen stochastisch unabhängig und identisch; man spricht dann vom Modell symmetrischer, unabhängiger, privater Wertschätzungen.

4.1 Vickrey– und Englische Auktion

Man betrachte zunächst die Vickrey–Auktion: Jeder Bieter macht ein schriftliches Gebot; der höchste Bieter bekommt den Zuschlag und zahlt das zweithöchste Gebot; die Verlierer zahlen nichts.

Bei der Vickrey–Auktion hat jeder Bieter die folgende, schwach dominante Strategie: *Biete entsprechend deiner Wertschätzung.* Deshalb stimmt im Gleichgewicht der Preis, also die Zahlung an den Verkäufer, mit der zweithöchsten Wertschätzung überein.

Der Beweis ist elementar: Wer weniger als seine Wertschätzung bietet, für den ändert sich entweder gar nichts oder er verliert den Zuschlag, obwohl der Preis unter der eigenen Wertschätzung liegt. Und wer mehr bietet, der bezahlt entweder einen Preis, der seine Wertschätzung überschreitet, oder es ändert sich nichts. Abweichen vom „wahrheitsgetreuen“ Bieten lohnt also nicht, unabhängig vom Verhalten der Rivalen.

Die Englische Auktion hat viele Varianten, die sich in den Details der Preisregel und der Offenlegung der Gebote unterschieden. Zur Vereinfachung betrachten wir ausschließlich die folgende Variante: Der Auktionator beginnt mit einer Preisforderung, die auf einer „Englischen Uhr“ angezeigt wird und dann mit vorgegebener Geschwindigkeit ansteigt. Die Preise nehmen solange zu, bis nur noch ein Bieter aktiv ist. Dieser erhält den Zuschlag und bezahlt den beim Ausscheiden des letzten Rivalen angezeigten Preis; die Verlierer zahlen nichts. Alle Bieter beobachten und notieren die Preise, bei denen einzelne Bieter ausgeschieden sind. Wer einmal ausgeschieden ist, kann später nicht wieder mitbieten.

Bei dieser Variante der Englischen Auktion wird die Strategie eines Bieters durch sein *Preislimit,* also den Preis bestimmt, bis zu dem er mitbietet. Da die Auktion offen ist, kann dieses Preislimit jederzeit revidiert werden, nachdem beobachtet wurde, wer bei welchem Preis ausgeschieden ist.

Bei privaten Wertschätzungen liefert die Beobachtung des Verhaltens anderer Bieter jedoch keine nützliche Information. Das wahrheitsgetreue Bieten im Sinne der Stoppregel: *Scheide aus, sobald der Preis die eigene Wertschätzung überschreitet,* ist daher — ähnlich wie bei der Vickrey–Auktion — eine schwach dominante Strategie.

Bezeichnet man die privaten Wertschätzungen der Bieter $1, \ldots, n$ mit den Zufallsvariablen $X_1, X_2, \ldots, X_n$ und die zugehörigen n Rangstatistiken (der Größe nach geordnete Wertschätzungen) mit $Z_1 \geq Z_2 \geq \ldots \geq Z_n$, dann kann man diese Ergebnisse wie folgt zusammenfassen:

SATZ 1 *Englische und Vickrey–Auktion haben ein eindeutiges, symmetrisches Gleichgewicht in nichtdominierten Strategien. Die Gleichgewichtsstrategie, der Gleichgewichtspreis P^*, und der Erwartungswert von P^*, $p^* := E[P^*]$, sind*

$$b^*(x) = x, \quad P^* = b^*(Z_2) = Z_2, \quad p^* = E[Z_2]. \tag{1}$$

(In der Vickrey–Auktion ist $b^*(x)$ ein Gebot und in der Englischen Auktion ein Preislimit, jeweils in Abhängigkeit von der eigenen Wertschätzung x.)

4.2 Höchstpreis– und Holländische Auktion

Bei der Höchstpreis–Auktion macht jeder Bieter ein schriftliches Gebot; der höchste Bieter bekommt den Zuschlag und bezahlt sein Gebot; die Verlierer zahlen nichts. Die Strategie eines Bieters wird durch sein Gebot in Abhängigkeit von seiner Wertschätzung bestimmt.

Bei der Holländischen Auktion beginnt der Auktionator mit einer hohen Preisforderung, die er dann fortlaufend reduziert, bis ein Bieter die Preisforderung akzeptiert. Dieser Bieter bekommt den Zuschlag und bezahlt die akzeptierte Preisforderung; die Verlierer zahlen nichts.

Beide Auktionen haben übereinstimmende Allokations- und Preisregeln und sind deshalb äquivalente Spiele.

SATZ 2 *Holländische und Höchstpreis–Auktion haben ein eindeutiges, symmetrisches Gleichgewicht, beschrieben durch die Strategie $b^*(x)$, den Gleichgewichtspreis P^* und den Erwartungswert von P^*, $p^* := E[P^*]$,*

$$b^*(x) = E[Z_2 \mid Z_2 < x] < x \tag{2}$$

$$P^* = b^*(Z_1), \quad p^* = E[Z_2]. \tag{3}$$

BEWEIS (Skizze) Angenommen $b^*(x)$ ist strikt monoton zunehmend. Dann erhält der Bieter mit der höchsten Wertschätzung den Zuschlag. Die Wahrscheinlichkeit des Zuschlags beträgt dann im Gleichgewicht

$$\rho^*(x) = \Pr\{Z_2 < x\} =: F_2(x). \tag{4}$$

Die Gleichgewichtsstrategie b^* muß folgende Anforderungen erfüllen

$$x \in \arg\max_{\tilde{x}} \rho(\tilde{x})(x - b^*(\tilde{x})), \quad \forall x. \tag{5}$$

(Man beachte: Abweichende Gebote, $b \neq b^*(x)$, werden in dieser Formulierung, ohne Einschränkung der Allgemeinheit, durch Einsetzen abweichender Wertschätzungen $\tilde{x} \neq x$ in die Gebotsfunktion b^* generiert.)

Daraus folgt die Differentialgleichung $d\rho(x-b) = \rho db$, die man auch in der Form $xd\rho = d(\rho b)$ schreiben kann. Integration ergibt, wegen $\rho^*(0) = 0$, $b\rho = \int_0^x xd\rho$ und nach einfacher Umformung die Behauptung (2).

Partielle Integration ergibt

$$b^*(x) = x - \int_0^x \frac{F_2(\tilde{x})}{F_2(x)} d\tilde{x} < x,$$

und Differentiation bestätigt die vorausgesetzte Monotonie von b^*

$$b^{*'}(x) = \frac{F_2'(x)}{F_2(x)} (x - b^*(x)) > 0.$$

Aussage (3) folgt unmittelbar aus

$$E[b^*(Z_1)] = E\left[E[Z_2 \mid Z_2 < Z_1]\right] = E[Z_2].$$

(Wir beweisen hier nicht, warum es kein asymmetrisches Gleichgewicht gibt und warum in einem Gleichgewicht nur strikt monoton zunehmende Strategien vorkommen.) □

Im abschließenden Vergleich gilt: Bei der Englischen und der Vickrey–Auktion stimmt der Preis im Gleichgewicht mit der zweitgrößten Wertschätzung überein; bei der Holländischen und Höchstpreis–Auktion gilt diese Übereinstimmung jedoch nur im Erwartungswert.

4.3 Äquivalenz der Auszahlungen

FOLGERUNG 1 *Im Gleichgewicht sind die erwarteten Auszahlungen der Bieter $\pi_b(x)$ und des Verkäufers π_v in allen vier Auktionen identisch. Es gilt*

$$\pi_v = p^* = E[Z_2] \tag{6}$$

$$\pi_b(x) = F_2(x)x - E[Z_2 \mid Z_2 < x]. \tag{7}$$

Die Äquivalenz der Auszahlungen gilt sogar noch viel allgemeiner. Tatsächlich führt jedes symmetrische Gleichgewicht einer beliebigen Auktion zu identischen Auszahlungen, falls in allen betrachteten Auktionen zwei Bedingungen erfüllt sind: 1) Der höchste Bieter erhält den Zuschlag, falls es überhaupt zur Transaktion kommt; 2) Jeder einzelne, durch seine Wertschätzung x beschriebene Bieter nimmt entweder an allen oder an keiner der betrachteten Auktionen teil.

Die Annahme der Risikoneutralität spielt für die Äquivalenz der Auszahlungen eine wesentliche Rolle. Sind Käufer oder Verkäufer risikoavers, dann gilt die Äquivalenz nicht. Jeder risikoaverse Verkäufer präferiert die Höchstpreis– oder Holländische Auktion, da der Gleichgewichtspreis bei diesen Auktionen weniger streut als bei der Englischen oder Vickrey–Auktion (siehe Wolfstetter (1996)). Risikoaverse Bieter bevorzugen die Höchstpreis oder Holländische Auktion, wenn ihre Nutzenfunktionen einen konstanten, absoluten Grad der Risikoaversion aufweisen (siehe Matthews (1983)).

4.4 Effizienz

Eine Auktion führt zu einer effizienten Allokation, wenn zwei Anforderungen erfüllt sind:

1. Zum Verkauf kommt es genau dann, wenn mindestens ein Bieter eine höhere Wertschätzung besitzt als der Verkäufer;

2. Falls es zum Verkauf kommt, geht der Zuschlag an den Bieter mit der höchsten Wertschätzung.

Im Modell symmetrischer, unabhängiger, privater Wertschätzungen werden beide Bedingungen von den vier typischen Auktionen erfüllt. (Die Effizienz der Vickrey– und der Englischen Auktion bleibt auch erhalten, wenn man die Annahme der Symmetrie aufgibt; dies gilt nicht für die Höchstpreis– und die Holländische Auktion.) Wenn jedoch der Verkäufer Teilnahmegebühren erhebt oder ein Mindestgebot über der eigenen Wertschätzung festlegt, dann wird Anforderung 1) mit positiver Wahrscheinlichkeit verletzt. Wendet der Verkäufer Preisdiskriminierung an und erteilt er bestimmten Bietern den Zuschlag nur dann, wenn ihr Gebot ein festgelegtes Vielfaches des Gebots anderer Bieter erreicht oder überschreitet, dann wird auch Anforderung 2) verletzt.

4.5 Optimale Auktion

Wählt der Verkäufer die Auktionsregel so, daß sein Erwartungswert des Gewinns maximal wird, dann wird er sowohl einen Mindestpreis fordern, der über seiner eigenen Wertschätzung liegt (Riley und Samuelson

(1981)), als auch Preisdiskriminierung anwenden falls die Wertschätzungen aus unterschiedlichen Verteilungen gezogen werden (Myerson (1981)). Beide Umstände mindern die Effizienz der optimalen Auktion — zum Nutzen des Verkäufers.

Nebenbei sei erwähnt, daß auch eher exotische Auktionen optimal sind. Wenn z. B. die Bieter bei der Finanzierung ihrer Gebote beschränkt sind, dann ist die „all pay"–Auktion optimal, bei der alle Bieter — Gewinner wie Verlierer — ihre Gebote bezahlen müssen (siehe Laffont und Robert (1996)). Da man bei dieser Auktion vergleichsweise geringe Beträge bietet, belastet die „all pay"–Auktion die Budgets weniger als alle anderen Auktionen.

Ein Mangel der Theorie optimaler Auktionen besteht darin, daß sie von einer gegebenen Anzahl der Bieter ausgeht und die Rückwirkung einer Variation des Mindestgebots auf die Anzahl der Bieter vernachlässigt. Bulow und Klemperer (1996) haben gezeigt, daß der Erwartungswert des Gewinns bei einer Englischen Auktion *ohne* Mindestgebot und $n + 1$ Bietern höher ist als bei einer Englischen Auktion mit optimalem Mindestgebot, aber nur n Bietern. Für den Auktionator ist es daher in der Regel von Vorteil, die Bieter zur Teilnahme zu ermutigen, statt sie durch ein Mindestgebot abzuschrecken.

4.6 Bieterkartelle

Bieterkartelle haben das Ziel, gegenseitige Konkurrenz zu unterbinden, um so den Preis zu drücken. Der Anreiz zu preisdrückenden Absprachen ist offensichtlich. Aber können sich die Bieter auf eine vernünftige Absprache einigen, und sind solche Absprachen stabil?

Angenommen die Bieter haben herausgefunden, wer die höchste Wertschätzung besitzt. Ferner haben sie sich darauf geeinigt, daß dieser Bieter den Zuschlag zu einem möglichst geringen Preis bekommen soll. Die Stabilität der Absprache hängt dann allein von der Art der Auktion ab.

SATZ 3 *Es gibt stabile, preisdrückende Absprachen bei der Englischen und der Vickrey–Auktion, jedoch nicht bei der Höchstpreis– und der Holländischen Auktion.*

BEWEIS Bei der Vickrey– und Englischen Auktion sieht eine stabile Absprache folgendermaßen aus: Der Bieter mit der höchsten Wertschätzung soll wahrheitsgetreu bieten; alle anderen sollen weniger oder gar nicht bieten. Die Absprache ist stabil, weil keiner davon profitiert, wenn er die Absprache bricht und ein abweichendes Gebot abgibt. Denn um zu gewinnen, müßte ein vertragsbrüchiger Bieter seine eigene Wertschätzung überbieten.

Bei der Höchstpreis– und der Holländischen Auktion kann die Absprache den Preis nur drücken, wenn der vorgesehene Gewinner weniger bietet als ohne Absprache, und alle anderen noch weniger oder gar nicht bieten. Die Absprache ist nicht stabil, denn es ist für einen Bieter mit hinreichend hoher Wertschätzung vorteilhaft, die Absprache zu brechen und etwas mehr zu bieten als der vorgesehene Gewinner. □

Freilich ist nicht ohne weiteres gewährleistet, daß sich die Bieter überhaupt auf eine vernünftige Absprache einigen können. Wie sollen sie aus ihren Reihen den Bieter mit der höchsten Wertschätzung herausfinden? Ohne Seitenzahlungen geht das nicht (siehe Robinson (1985) und Graham und Marshall (1987)). Kollusion ist jedoch in der Regel ungesetzlich. Deshalb sind Vereinbarungen über Seitenzahlungen ohnehin nicht erzwingbar.

5 Gemeinsame Wertschätzung

Im Modell einer *gemeinsamen* Wertschätzung hat der Verkaufsgegenstand für alle Bieter denselben Wert. Zwar hat jeder Bieter eine gewisse Vorstellung über den Wert des Objekts, aber der genaue Wert wird erst nach der Auktion bekannt.

Um in einer solchen Auktion richtig zu bieten, muß man voraussehen, daß die Auktion zu einer verzerrten Auswahl führt, da immer derjenige den Vorzug erhält, der die günstigste Einschätzung getroffen hat. Wird diese Verzerrung nicht richtig in Betracht gezogen, dann ergibt sich für den Gewinner der Auktion im Durchschnitt ein Verlust. Man spricht dann vom *Fluch des Gewinners.*

Ein anschauliches Beispiel ist die *Portemonnaie-Auktion* von Klemperer (1998): Man bittet zwei Personen, den Inhalt ihres Portemonnaies zu überprüfen, ohne dem anderen Einsicht zu gewähren. Dann versteigert man die Summe des Inhalts beider Portemonnaies in einer Englischen Auktion.

Beide Bieter $i = 1, 2$ kennen den Inhalt ihres Portemonnaies x_i, aber keiner kennt die Summe $v := x_1 + x_2$. Die Bieter haben deshalb eine gemeinsame Wertschätzung, die erst nach der Auktion, wenn beide Portemonnaies geöffnet werden, bekannt wird.

Satz 4 *Die Portemonnaie-Auktion hat ein symmetrisches Gleichgewicht, beschrieben durch die Strategie $b^*(x) = 2x$.*

Beweis Angenommen, der Gegenspieler j spielt diese Strategie. Dann beträgt $i's$ Wertschätzung im Fall des Zuschlags zum Preis p

$$v = E[x_i + X_j \mid b^*(X_j) = p] = x_i + \frac{p}{2}.$$

Es lohnt sich für ihn also mitzubieten, solange $v \geq p$, also $p \leq 2x_i$, gilt. Die Strategie $b^*(x_i) := 2x_i$ ist deshalb, wie behauptet, beste Antwort auf $b^*(x_j)$ und *vice versa*. □

Wie kann man dieses Gleichgewicht interpretieren, und wie vermeiden die Bieter den „Fluch des Gewinners"?

Wenn die Preisforderung den Wert $p = 2x_i$ erreicht hat, dann weiß Bieter i, daß das Portemonnaie des Rivalen j mindestens den Betrag $\frac{p}{2}$ enthält. Der bedingte Erwartungswert des Inhalts beider Portemonnaies beträgt daher mindestens $2x_i$. Warum soll dann i bereits bei $p = 2x_i$ ausscheiden?

An dieser Stelle kommt die verzerrte Auswahl ins Spiel. Wenn Bieter i darüber nachdenkt ob er bei $p = 2x_i$ ausscheiden soll, dann muß er sich fragen: Wie hoch ist der bedingte Erwartungswert des Inhalts beider Portemonnaies, bedingt auf das Ereignis, daß er bei $p = 2x_i$ gerade den Zuschlag erhält, weil Bieter j bei dieser Preisforderung ausscheidet. Da j die Strategie $b^*(x_j) = 2x_j$ verfolgt, ergibt sich aus dem Ausscheiden von j bei $p = 2x_i$, daß $x_j = x_i$ und somit $v = x_i + x_j = 2x_i$ beträgt. Deshalb soll Bieter i auf keinen Fall mehr (und ohnehin nicht weniger) bieten als den Betrag $2x_i$.

FOLGERUNG 2 *Im symmetrischen Gleichgewicht der Portemonnaie–Auktion bietet jeder seine Wertschätzung genau so, „als ob" der Rivale j gleichviel Geld im Portemonnaie hätte*

$$b^*(x) = E[X_i + X_j \mid X_i = X_j = x]. \tag{8}$$

Das symmetrische Gleichgewicht ist jedoch nicht das einzige. Es gibt zusätzlich ein Kontinuum asymmetrischer Gleichgewichte, die wesentlich andere Eigenschaften aufweisen. Ein Beispiel sind die Strategien: $b_i^*(x_i) = 10x_i$, $b_j^*(x_j) = \frac{10}{9}x_j$, die Spieler i stark bevorzugen — zum Schaden des Verkäufers.

6 Verallgemeinerung

Die Annahme unabhängiger, privater Wertschätzungen paßt zur Versteigerung *vergänglicher* Konsumgüter und Dienstleistungen; für *dauerhafte* Güter ist sie jedoch viel zu eng.

Man betrachte etwa die Versteigerung eines Kunstgegenstandes. Um das Modell unabhängiger, privater Wertschätzungen anwenden zu können, müssen zwei Voraussetzungen erfüllt sein:

1. Jeder Bieter muß eine private Wertschätzung besitzen;

2. Die Wertschätzungen müssen stochastisch unabhängig sein.

Die erste Annahme schließt aus, daß ein Bieter bereits beim Kauf erwägt, den Kunstgegenstand zu einem späteren Zeitpunkt wieder zu verkaufen. Und die zweite Annahme schließt aus, daß die Bewertung von Kunstgegenständen modischen Einflüssen ausgesetzt ist.

Im Unterschied dazu geht das Modell einer gemeinsamen Wertschätzung zwar davon aus, daß die Wertschätzungen (perfekt) korreliert sind. Andererseits vernachlässigt dieses Modell ganz und gar den Einfluß unterschiedlicher Präferenzen.

Wünschenswert ist eine verallgemeinerte Modellierung, die beide Aspekte vereinigt und in der die beiden Grundmodelle als Sonderfälle enthalten sind. Dies führt zum Modell *affiliierter* Wertschätzungen von Milgrom und Weber (1982), das zu den einflußreichsten Beiträgen der Auktionstheorie gehört.

6.1 Private und gemeinsame Einflüsse auf die Wertschätzung

Es wird nun angenommen, daß die Bieter zwar verschiedene Präferenzen besitzen, die eigene Wertschätzung aber auch vom Urteil anderer abhängt. Da jeder nur sein eigenes Qualitätsurteil kennt, folgt, daß die Bieter den Wert des versteigerten Objekt gar nicht genau kennen.

Im einzelnen wird vorausgesetzt, daß die Wertschätzung des Bieters i, V_i, eine Funktion aller Qualitätssignale $X := (X_1, X_2, \dots, X_n)$ der Bieter und des Verkäufers X_0 ist

$$V_i := u(X, X_0). \tag{9}$$

Die Funktion u sei nicht–negativ, stetig, monoton zunehmend und symmetrisch in $\{X_j\}_{j \neq i}$; ferner sei $E[V_i]$ endlich.

Diese Formulierung vereinigt individuelle und gemeinsame Einflüsse auf die Wertschätzung und enthält die beiden Grundmodelle. Setzt man $V_i = X_i$, so ist man im Modell privater Wertschätzungen, mit $V_i = X_0$ im Modell einer gemeinsamen Wertschätzung.

Da im folgenden symmetrische Gleichgewichte untersucht werden, kann das Verhalten der Bieter aus der Sicht eines beliebigen Bieters, sagen wir aus Sicht des Bieters 1 mit dem Qualitätssignal X_1, betrachtet werden. Die nach der Größe geordneten Qualitätssignale (Rangstatistiken) der $n-1$ rivalisierenden Bieter werden mit $Y_1 \geq Y_2, \dots, Y_{n-2} \geq Y_{n-1}$ bezeichnet. Dank der Symmetrieannahmen kann die private Wertschätzung des Bieters 1 deshalb wie folgt beschrieben werden:

$$V_1 = u(X_1, Y_1, \dots, Y_{n-1}, X_0). \tag{10}$$

6.2 Stochastische Ähnlichkeit (Affiliation)

Als zweite Modifikation wird die stochastische Unabhängigkeit durch *affiliierte* Qualitätssignale ersetzt.

Grob skizziert bedeutet die Affiliation von Zufallsvariablen, daß das Auftreten *ähnlicher* Realisationen am wahrscheinlichsten ist. Beobachtet Bieter i ein hohes Qualitätssignal X_i, dann geht er bei Affiliation davon aus, daß rivalisierende Bieter mit hoher Wahrscheinlichkeit ebenfalls ein hohes Qualitätssignal wahrnehmen.

$f(x)$ sei die gemeinsame Dichtefunktion der Qualitätssignale (X, X_0). Man betrachte zwei Realisationen $x \neq x'$ und bezeichne das komponentenweise Maximum von (x, x') mit $x \vee x'$ und das komponentenweise Minimum von (x, x') mit $x \wedge x'$. Dann heißen die Qualitätssignale *affiliiert,* wenn für alle (x, x') die folgende Ungleichung erfüllt ist

$$f(x \vee x') f(x \wedge x') \geq f(x) f(x'). \tag{11}$$

Als Beispiel betrachte man die unähnlichen Realisationen $x := (10, 2)$ und $x' := (5, 7)$. Dann sind die zugehörigen ähnlichen Realisationen: $x \vee x' = (10, 7)$ und $x \wedge x' = (5, 2)$.

Die Affiliation der Qualitätssignale (X, X_0) impliziert, daß die im folgenden definierten, bedingten Erwartungswerte der Wertschätzung V_1

$$w(x, y, z) := E\left[V_1 \mid X_1 = x, Y_1 = y, X_0 = z\right] \tag{12}$$

$$v(x, y) := E\left[V_1 \mid X_1 = x, Y_1 = y\right] \tag{13}$$

in allen Variablen strikt monoton zunehmend sind. Dabei ist $v(x, y)$, resp. $w(x, y, z)$, die erwartete Wertschätzung aus Sicht des Bieters 1, nachdem dieser die Signalwerte $X_1 = x$ und $Y_1 = y$, resp. $X_1 = x, Y_1 = y, X_0 = z$, beobachtet hat.

6.3 Verallgemeinerte Lösung der Vickrey–Auktion

Man betrachte zunächst die Vickrey–Auktion. Ist wahrheitsgetreues Bieten auch im verallgemeinerten Modell eine dominante Strategie?

Zum Zeitpunkt der Auktion kennen die Bieter ihre Wertschätzung nicht genau. Deshalb ist unklar, was wahrheitsgetreues Bieten überhaupt bedeutet. Sollte Bieter 1 etwa den auf sein eigenes Qualitätssignal $X_1 = x$ bedingten Erwartungswert $E[V_1 \mid X_1 = x]$ bieten? Dafür spricht, daß er zum Zeitpunkt der Auktion keine bessere Information besitzt. Andererseits ist daran zu denken, daß die Auktion zu einer verzerrten Auswahl führt, da sie, Monotonie der Strategie vorausgesetzt, den Bieter mit dem günstigsten Qualitätssignal auswählt.

Ähnlich wie in der Portemonnaie–Auktion ist es ein Gleichgewicht, genau so wahrheitsgetreu zu bieten, *als ob* der relevante Rivale dasselbe Qualitätssignal beobachtet hätte.

SATZ 5 *Die Vickrey–Auktion hat ein symmetrisches Gleichgewicht, beschrieben durch die Strategie $b^*(x)$, in Abhängigkeit vom eigenen Qualitätssignal. Bei Geheimhaltung resp. bei Bekanntgabe des Qualitätssignals des*

Verkäufers X_0 gilt

$$b^*(x) = v(x,x) \quad \textit{(bei Geheimhaltung)}, \tag{14}$$

$$b^*(x;z) = w(x,x,z) \quad \textit{(bei Bekanntgabe)}. \tag{15}$$

Beweis (Skizze) Es folgt ein anschaulicher Beweis für den Fall der Geheimhaltung von x_0. Der Beweis für den Fall der Bekanntgabe ist analog und wird deshalb nicht ausgeführt.

In der Abbildung 1 sind das gleichgewichtige Gebot $b^*(y)$ und der bedingte Erwartungswert $v(x,y) := E[V \mid X = x, Y_1 = y]$ für ein gegebenes Qualitätssignal des betrachteten Bieters, $X_1 = x$, dargestellt. Als Arbeitshypothese wird unterstellt, daß b^* strikt monoton zunehmend ist. Die Graphen der beiden Funktionen schneiden sich an der Stelle $y = \hat{y}$. (Hinweis: Bei kleinen Werten von y gilt $v(x,y) > b^*(y)$ und bei großen $v(x,y) < b^*(y)$).)

Bieter 1 kennt sein eigenes Qualitätssignal x, aber nicht das Signal des relevanten Rivalen, Y_1. Welches Gebot ist die beste Antwort auf $b^*(Y_1)$?

Die Antwort ist einfach: Bieter 1 soll den Betrag $b = b^*(\hat{y})$ bieten, denn dadurch stellt er sicher, daß er den Zuschlag genau dann gewinnt, wenn sein Gewinn $v(x,y) - b^*(y)$ nichtnegativ ist (siehe Abb. 1). Deshalb muß im symmetrischen Gleichgewicht gelten

$$b^*(x) = b^*(\hat{y}) = v(x,\hat{y}).$$

Aus der angenommenen Monotonie von b^* folgt $\hat{y} = x$ und somit die Behauptung $b^*(x) = v(x,x)$. Ferner bestätigt sich die angenommene Monotonie von b^* aufgrund der Monotonie von $v(x,x)$. □

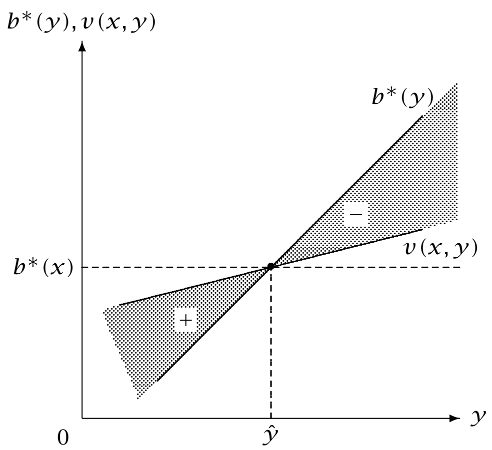

Abbildung 1: Allgemeine Lösung der Vickrey–Auktion

Wenn nun ein Bieter mit seinem Gebot $b^*(x)$ Erfolg hat, dann lernt er das Qualitätssignal des relevanten Rivalen kennen, denn der zu zahlende Preis ist gleich dem zweithöchsten Gebot, $b^*(y) = v(y, y)$. Der Bieter schließt also bei Erfolg, daß $Y_1 < x$. Umgekehrt weiß der erfolglose Bieter, daß der relevante Rivale mehr geboten und also ein höheres Qualitätssignal empfangen hat, $Y_1 > x$. Deshalb folgt aus der Monotonie von $v(x, y)$ unmittelbar, daß die in der Gebotsfunktion (14) implizite Schätzung von Y_1 wie folgt verzerrt ist.

FOLGERUNG 3 (VERZERRTER SCHÄTZER) *Man betrachte die Gleichgewichtsstrategie der Vickrey–Auktion. Das erfolgreiche Gebot überschätzt und jedes erfolglose Gebot unterschätzt das Qualitätssignal des relevanten Rivalen Y_1.*

Bei der Interpretation des „linkage"–Prinzips spielt dieses Ergebnis eine Schlüsselrolle. Um einem möglichen Mißverständnis vorzubeugen, sei betont, daß in der konstatierten verzerrten Schätzung kein Denkfehler der Bieter zum Ausdruck kommt. Die Bieter verhalten sich optimal. Man denke daran, daß der Gewinner der Vickrey–Auktion nicht sein eigenes, sondern „nur" das zweithöchste, Gebot bezahlt.

6.4 Das „linkage"–Prinzip

Das „linkage"–Prinzip sagt folgendes aus: Angenommen, das private Qualitätssignal des Verkäufers ist mit den (affiliierten) privaten Qualitätssignalen der Bieter affiliiert. Dann erhöht der Verkäufer den Erwartungswert seines Gewinns, wenn er sich auf eine Politik der Bekanntgabe seiner privaten Information festlegt.

Die Beschaffung privater Information durch den Verkäufer kann man sich als Bestellung eines Gutachtens über die Echtheit eines Kunstwerks oder über den Zustand einer bebauten Immobilie vorstellen. Das „linkage"–Prinzip empfiehlt dem Verkäufer, sich auf die Weitergabe guter wie schlechter Nachrichten festzulegen.

SATZ 6 *Man betrachte die Vickrey–Auktion bei Bekanntgabe (b) und bei Geheimhaltung (g) des Qualitätssignals des Verkäufers X_0. Sind p_b^*, p_g^* die zugehörigen Erwartungswerte des Gleichgewichtspreises, dann gilt*

$$\begin{aligned} p_b^* &= E\left[w(Y_1, Y_1, X_0) \mid \{X_1 > Y_1\}\right] && (16) \\ &\geq E\left[v(Y_1, Y_1) \mid \{X_1 > Y_1\}\right] && (17) \\ &= p_g^* && (18) \end{aligned}$$

BEWEIS (Skizze) in zwei Schritten:

1) Erzielt Bieter 1 den Zuschlag, dann ist der Gleichgewichtspreis P^* gleich dem höchsten erfolglosen Gebot, also bei Geheimhaltung P_g^* =

$v(Y_1, Y_1)$ und bei Bekanntgabe $P_b^* = w(Y_1, Y_1, X_0)$. Aufgrund der angenommenen Symmetrie gelten diese Preise unabhängig von der Identität der Bieter.

2) Man betrachte das höchste erfolglose Gebot bei Geheimhaltung, $v(Y_1, Y_1)$. Aufgrund der in Folgerung 3 festgestellten Signalverzerrung unterschätzt dieses Gebot das Signal X_1. Die Signale X_0 und X_1 sind affiliiert. Deshalb unterschätzt das Gebot $v(Y_1, Y_1)$ ebenfalls die Verteilung von X_0. Gibt der Verkäufer dagegen X_0 bekannt, dann basiert das höchste erfolglose Gebot $w(Y_1, Y_1, X_0)$ auf dem wahren Signal X_0. Der auf dem wahren Signal basierende Erwartungswert p_b^* fällt höher aus als der auf einer nach unten verzerrten Verteilung beruhende Erwartungswert p_g^*. □

6.5 Vorteil der Englischen Auktion

Bei der betrachteten Variante der Englischen Auktion legt die Strategie eines Bieters fest, bei welcher Preisforderung er ausscheidet, abhängig davon, wieviele bereits ausgeschieden sind, und bei welchen Preisen deren Austritt stattfand. Sei k die Anzahl der Bieter, die der Reihe nach bei den Preisen $p_1 \leq p_2 \leq \ldots \leq p_k$ ausgeschieden sind. Dann ist die Strategie eines Bieters mit dem Signal x eine Funktion $b_k(x \mid p_1, \ldots, p_k)$. Diese Funktion gibt an, bei welchem Preis der Bieter ebenfalls ausscheiden soll, falls zuvor k Bieter bei den Preisen $p_1, \ldots, p_k$ ausgeschieden sind.

Als Arbeitshypothese sei angenommen, daß ein symmetrisches Gleichgewicht existiert und daß die Gleichgewichtsstrategie im privaten Qualitätssignal x strikt monoton zunehmend ist. Dann können die aktiven Bieter aus der Beobachtung des Austritts einzelner Rivalen auf deren privates Qualitätssignal perfekt zurückschließen.

Zu Beginn der Auktion, wenn noch alle Bieter aktiv sind, kennt keiner das Signal seiner Rivalen. Dagegen sind in der letzten Runde, wenn nur noch zwei Bieter aktiv sind, alle bis auf die zwei höchsten Signale bekannt. Diese eingebaute Transmission von Informationen erlaubt es den verbleibenden Bietern, den Wert des Objekts genauer zu schätzen, was im Durchschnitt zu höheren Geboten führt.

Satz 7 *Die Englische Auktion hat ein symmetrisches Gleichgewicht. Die Gleichgewichtsstrategie ist ein Vektor $b^*(x) = (b_0^*(x), \ldots, b_{n-1}^*(x))$. Dabei bezeichnet $b_k^*(x)$ das Preislimit, in Abhängigkeit der Preise $p_1, \ldots, p_k$, bei denen k rivalisierende Bieter ausgeschieden sind*

$$b_0^*(x) = E\left[V_1 \mid X_1 = Y_1 = \ldots = Y_{n-1} = x\right] \tag{19}$$

$$\begin{aligned} b_k^*(x \mid p_1, \ldots, p_k) = E\big[V_1 \mid\ & X_1 = Y_1 = \ldots = Y_{n-k-1} = x, \\ & b_{k-1}^*(Y_{n-k} \mid p_1, \ldots, p_{k-1}) = p_k), \\ & \ldots, b_0^*(Y_{n-1}) = p_1\big], \quad k = 1, \ldots, n-2. \end{aligned} \tag{20}$$

BEWEIS (Skizze) Angenommen Bieter 1 beobachtet den Signalwert $X_1 = x$ und alle Rivalen treten beim Preis $p = b_0^*(y)$ aus. Bieter 1 weiß dann, daß $Y_1 = Y_2 = \ldots = Y_{n-1} = y$ gilt, gewinnt den Zuschlag und erzielt die Auszahlung

$$E\left[V_1 \mid X_1 = x, Y_1 = Y_2 = \ldots, Y_{n-1} = y\right] - b_0^*(y).$$

Anhand einer zu Abbildung 1 analogen Darstellung wird deutlich, daß (19) die beste Antwort des Bieters 1 auf (19) ist.

In ähnlicher Weise kann man zeigen, daß $b_1^*(x)$ die beste Antwort auf $b_0^*(y)$, $b_1^*(y)$ ist etc. Schließlich gilt, daß die angegebenen Strategien im privaten Qualitätssignal strikt monoton zunehmend sind. Also bestätigt sich auch die vorausgesetzte Monotonie von $b_k(x)$. □

SATZ 8 *Der erwartete Gewinn des Verkäufers ist bei der Englischen Auktion höher als bei der Vickrey–Auktion.*

BEWEIS (Skizze) Bei der Englischen Auktion gibt es zwei Phasen: In der ersten Phase enthüllen die Bieter mit den $n-2$ niedrigsten Qualitätssignalen ihre Signalwerte durch ihren Austritt in der Reihenfolge der Preise $p_1 \leq p_2 \leq p_{n-2}$. In der zweiten Phase spielen die beiden verbleibenden Bieter eine Vickrey–Auktion. Aus Satz 6 ist bekannt, daß die Enthüllung des Qualitätssignals des Verkäufers dessen Gewinn erhöht. Aus ähnlichen Gründen gilt auch, daß die Enthüllung der Qualitätssignale einzelner Bieter den erwarteten Gewinn des Verkäufers erhöht. □

6.6 Rangordnung der vier wichtigsten Auktionen

Wie Milgrom und Weber (1982) zeigen, gilt allgemeiner:

SATZ 9 *Es gilt folgende Rangordnung der Erwartungswerte des Gewinns der vier wichtigsten Auktionen*

$$\textit{Holländische} = \textit{Höchstpreis-} \leq \textit{Vickrey-} \leq \textit{Englische}. \tag{21}$$

Die vergleichsweise geringe Profitabilität der Höchstpreis– und der Holländischen Auktion ergibt sich daraus, daß dort im Verlauf der Auktion keine keine relevanten Informationen enthüllt werden.

Dieses Ergebnis wird häufig herangezogen, um die Verwendung einer offenen, ansteigenden Auktion zu begründen. Jedoch kann man Auktionsregeln mit verdeckten Geboten konstruieren, die sowohl profitabler als auch weniger anfällig für Kollusion sind als die Englische Auktion (siehe Perry, Wolfstetter und Zamir (1998)).

7 Grenzen des „linkage"–Prinzips

In vielen Auktionen wird nicht nur eine Einheit versteigert, sondern es werden viele identische Güter oder Substitute angeboten. Und häufig sind auch die Bieter selbst daran interessiert, mehrere Einheiten zu erwerben. Die Theorie der Auktionen mit mehreren Einheiten ist jedoch noch unterentwickelt. Zwar ändert sich kaum etwas, wenn zwar viele Einheiten angeboten werden aber jeder Bieter nur eine Einheit nachfragt. Wenn jedoch auch mehrere Einheiten nachgefragt werden, dann sind noch viele Fragen offen. Es ist daher unklar, ob die Analyse der Versteigerung einer Einheit auch die richtigen Empfehlungen für die Versteigerung mehrerer Einheiten liefert.

Skepsis ist angebracht. Tatsächlich kann man zeigen, daß das „linkage"–Prinzip bei der Versteigerung mehrerer Einheiten nicht allgemeingültig ist. Zwar bewirkt die Bekanntgabe privater Qualitätssignale im Durchschnitt weiterhin eine Zunahme des erfolglosen und eine Senkung des erfolgreichen Gebots. Im Gegensatz zur Versteigerung einer Einheit kann es jedoch dazu kommen, daß nach Bekanntgabe privater Qualitätssignale aus einem erfolgreichen ein erfolgloses Gebot wird und *vice versa*. Das „linkage"– Prinzip ist dann außer Kraft gesetzt, und eine offene Auktion kann für den Verkäufer nachteilig sein.

Trotzdem verläßt man sich in der Regel bei der Gestaltung komplizierter Auktionen auf die Intuition, die aus der Analyse der Versteigerung einer Einheit entwickelt wurde. Als es in den letzten Jahren darum ging, die Versteigerung von Funkfrequenzen für den Betrieb von Mobilfunktelefonen zu gestalten, war allen beteiligten Beratern klar, daß der Vorteil der Englischen Auktion bisher nur für den Fall der Versteigerung *einer Einheit* nachgewiesen wurde. Ferner wurde die Gefahr der Kollusion bei offenen Auktionen gesehen (im *Economist* vom 17. Mai 1997 wurde tatsächlich über Kollusion berichtet). Die *Federal Communications Commission* entschied jedoch, daß die Gewinnsteigerung, die aus dem Wirken des „linkage"–Prinzips erwartet wird, eine offene Auktion trotz deren Nachteile rechtfertigt (siehe McMillan (1994), Milgrom (1996) und Milgrom (1997)). In der Folge wurden alle diese Auktionen, von der Versteigerung der „paging"–Lizenzen bis zur Versteigerung der Breitband–PCS–Lizenzen, als offene, ansteigende Auktionen durchgeführt.

Eine weitere problematische Voraussetzung des „linkage"–Prinzips ist die Annahme der Symmetrie. Wenn einzelne Bieter eine höhere Wertschätzung haben und dieser Sachverhalt allen bekannt ist, dann kommt es ebenfalls dazu, daß das „linkage"–Prinzip und damit auch der Vorteil der Englischen Auktion, außer Kraft gesetzt ist (siehe Landsberger, Rubinstein, Wolfstetter und Zamir (1997)).

Zudem hat Klemperer (1998) in Beispielen gezeigt, daß Auktionen mit *annähernd gemeinsamer* Wertschätzung nur asymmetrische Gleichgewichte haben, in denen es für den Verkäufer vorteilhaft ist, wenn die Bieter möglichst wenig über ihre Qualitätssignale erfahren. Die Vickrey–Auktion (und erst recht die Höchstpreis- oder Holländische Auktion) ist in allen diesen Beispielen der Englischen Auktion überlegen.

Die zukünftige Forschung wird zeigen, ob diese Gegenbeispiele nur Grenzfälle abbilden oder von weitreichender Bedeutung sind.

8 Schlußbemerkungen

Ziel dieses Beitrages war es, über die Bedeutung von Auktionen im Wirtschaftsleben zu informieren und grundlegende Ansätze und Ergebnisse der Theorie nichtkooperativer Auktionsspiele darzulegen.

Bei der Darstellung theoretischer Zusammenhänge wurde ein anschaulicher Zugang angestrebt. Eine intensivere Betrachtung des Gegenstandes macht die Auseinandersetzung mit den exakten Formulierungen und Beweisen sowie mit zahlreichen Erweiterungen unumgänglich Der Leser kann dazu auf die ausführlichen Darstellungen bei McAfee und McMillan (1987), Milgrom (1989), Wilson (1992), Matthews (1995), Wolfstetter (1996; 1998, Kapitel 8) und Laffont (1997) zurückgreifen. Friedman und Rust (1993) informieren über wichtige Beiträge zu doppelten Auktionen, die hier vernachlässigt wurden. Milgrom (1996), (1997) setzt sich mit den Erfahrungen bei der Konstruktion geeigneter Auktionen für die Privatisierung öffentlicher Unternehmen und für den Verkauf von Funkfrequenzen auseinander. Und Schmidt und Schnitzer (1997) diskutieren die Bedeutung von Auktionen bei der Privatisierung öffentlicher Unternehmen.

Die Theorie der Auktionen hat zahlreiche bemerkenswerte Ergebnisse erbracht, von denen hier nur ein Ausschnitt diskutiert werden konnte. Es gibt jedoch eine Vielzahl offener Fragen. Die Forschung der nächsten Jahre wird sich vermutlich mit Vorrang den ungelösten Problemen der Versteigerung mehrerer Einheiten und der Analyse asymmetrischer Auktionen zuwenden, die für die Wirtschaftspraxis von besonderer Bedeutung sind.

References

Bulow, J. und Klemperer, P. (1996). Auctions vs. negotiations. *American Economic Review*, 86:180–194.

Friedman, D. und Rust, J. (Hrsg.) (1993), *The Double Auction Market.* Addison Wesley.

Graham, D. A. und Marshall, R. C. (1987). Collusive bidder behavior at single–object second–price and English auctions. *Journal of Political Economy*, 95:1217–1239.

Klemperer, P. (1998). Auctions with almost common values: The “wallet game” and its applications. *European Economic Review*, 42: (erscheint demnächst).

Laffont, J.-J. (1997). Game theory and empirical economics: The case of auction data. *European Economic Review*, 41:1–36.

Laffont, J.-J. und Robert, J. (1996). Optimal auction with financially constrained buyers. *Economics Letters*, 52:181–186.

Landsberger, M., Rubinstein, J., Wolfstetter, E. und Zamir, S. (1997). First–price auctions when the ranking of valuations is common knowledge. Discussion paper, Center for Rationality, Hebrew University, Jerusalem.

Matthews, S. (1983). Selling to risk averse buyers with unobservable tastes. *Journal of Economic Theory*, 30:370–400.

Matthews, S. (1995). A technical primer on auction theory. Working paper, Northwestern University.

McAfee, R. und McMillan, J. (1987). Auctions and bidding. *Journal of Economic Literature*, 25:699–738.

McMillan, J. (1994). Selling spectrum rights. *Journal of Economic Perspectives*, 8:145–162.

Milgrom, P. (1989). Auctions and bidding: A primer. *Journal of Economic Perspectives*, 3:3–22.

Milgrom, P. (1996). *Auction Theory for Privatization.* Cambridge University Press.

Milgrom, P. (1997). Putting auction theory to work: The simultaneous ascending auction. Technical report, Stanford University, Dept. of Economics.

Milgrom, P. und Weber, R. J. (1982). A theory of auctions and competitive bidding. *Econometrica*, 50:1089–1122.

Myerson, (1981). Optimal Auction Design. *Mathematics of Operations Research*, 6:58–73.

Perry, M., Wolfstetter, E. und Zamir, S. (1998). A simple auction rule that beats the English auction under affiliation. Technical report, Humboldt–University, Berlin.

Riley, J. G. und Samuelson, W. F. (1981). Optimal auctions. *American Economic Review*, 71:381–392.

Robinson, M. (1985). Collusion and the choice of auction. *Rand Journal of Economics*, 16:141–145.

Schmidt, K. und Schnitzer, M. (1997). Methods of privatization: Auctions, bargaining and give–aways. In Giersch, H., *Privatization at the End of the Century*, S. 97–134. Springer–Verlag.

Shubik, M. (1983). Auctions, bidding, and markets: an historical sketch. In Engelbrecht-Wiggans, R., Shubik, M. und Stark, J., *Auc/-tions, Bidding, and Contracting*, S. 165–191. New York University Press, New York.

Tietzel, M. (1992). Goethe – ein Homo oeconomicus. *Homo Oeconomicus*, 9:303–355.

Wilson, R. (1992). Strategic analysis of auctions. In Aumann, R. und Hart, S., *Handbook of Game Theory*, Band I, S. 227–280. Elsevier Science Publishers (North–Holland).

Wolfstetter, E. (1996). Auctions: An introduction. *Journal of Economic Surveys*, 10:367–421.

Wolfstetter, E. (1998). *Topics in Microeconomics: Industrial Organization, Auctions, and Incentives*. Cambridge University Press (erscheint demnächst).